

What is Claimed is:

1. 書き込み素子を含む薄膜磁気ヘッドであって、

前記書き込み素子は、第1の磁性膜と、ポール部と、第2の磁性膜と、ギャップ膜と、第1のコイルと、第2のコイルとを含んでおり、

前記第1の磁性膜は、一面が平面であり、

前記ポール部は、第1のポール部と、第2のポール部とを含み、

第1のポール部は、媒体対向面側において、前記第1の磁性膜の前記一面上に突設され、縮小されたトラック幅を有しており、

前記第2のポール部は、前記第1のポール部と前記ギャップ膜を介して対向しており、

前記第2の磁性膜は、前記第2のポール部に連なり、前記媒体対向面を基準にして後方側のバックギャップ部により、前記第1の磁性膜と結合されており、

前記第1のコイル及び前記第2のコイルは、前記第1の磁性膜の前記一面上で、前記バックギャップ部の周りを、渦巻き状に周回し、一方が、他方のコイルターン間のスペースに、第2の絶縁膜を介して嵌め込まれ、同一方向の磁束を生じるように接続されており、

前記第1のコイル及び前記第2のコイルのいずれか一方は、前記ポール部及び前記バックギャップ部と、前記第2の絶縁膜を介して隣接し、隣接する前記側面は、断面形状で見て、下方で狭く、上方に向かうほど広くなるテーパ角を有しており、

前記第1のコイル及び前記第2のコイルは、上面が導体面による同一平面を構成している。

2. 請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第1のコイルは、その断面形状で見て、下方が広く、上方に向かうほど狭くなるテーパ角を有しており、

前記第2のコイルは、その断面形状で見て、下方が狭く、上方に向かうほど広くなるテーパ角を有し、最外のコイルターンが、前記ポール部及び前記バックギャップ部に隣接する。

3. 請求項2に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記テーパ角は、前記第

1の磁性膜の前記一面を基準にして、80度以上90度未満である。

4. 請求項3に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第1のコイルは、メッキ膜であり、前記第1の磁性膜の前記一面に付着された前記第1の絶縁膜の上に形成されており、

前記第2のコイルは、メッキ膜であり、前記スペース内において、前記第2の絶縁膜の上に形成されており、前記第2の絶縁膜は、前記スペースの底面及び両側面に形成されている。

5. 請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

更に、第3のコイルと、第4のコイルとを含み、

前記第3のコイル及び前記第4のコイルは、前記第1のコイル及び前記第2のコイルの上に、第3の絶縁膜を介して積膜され、前記第3の絶縁膜の面上で、前記バックギャップ部に結合されたバックギャップ部の周りを、渦巻き状に周回し、一方が、他方のコイルターン間のスペースに、第4の絶縁膜を介して嵌め込まれており、

前記第3のコイル及び前記第4のコイルのいずれか一方は、最外周コイルターンが前記ポール部と前記第4の絶縁膜を介して隣接し、最内周コイルターンが前記バックギャップ部と、前記第4の絶縁膜を介して隣接している。

6. 請求項5に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第3のコイル及び前記第4のコイルのいずれか一方は、前記ポール部及び前記バックギャップ部と、前記第4の絶縁膜を介して隣接し、隣接する側面が、断面形状で見て、下方で狭く、上方に向かうほど広くなるテーパ角を有している。

7. 請求項6に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第3のコイルは、その断面形状で見て、下方が広く、上方に向かうほど狭くなるテーパ角を有しており、

前記第4のコイルは、その断面形状で見て、下方が狭く、上方に向かうほど広くなるテーパ角を有し、最外のコイルターンが、前記ポール部及び前記バックギャップ部に隣接する。

8. 請求項7に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記テーパ角は、前記第

3の絶縁膜の前記一面を基準にして、80度以上90度未満である。

9. 請求項8に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第3のコイルは、メッキ膜であり、前記第3の絶縁膜の上に形成されており、

前記第4のコイルは、メッキ膜であり、前記スペース内において、第4の絶縁膜の上に形成されており、前記第4の絶縁膜は、前記スペースの底面及び両側面に形成されている。

10. 請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、更に、読み取り素子を含んでおり、前記読み取り素子は、巨大磁気抵抗効果素子を含む薄膜磁気ヘッド。

11. 請求項10に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記巨大磁気抵抗効果素子は、スピバルブ膜または強磁性トンネル接合の何れかを含む薄膜磁気ヘッド。

12. 薄膜磁気ヘッドと、磁気記録媒体とを含む磁気記録再生装置であって、前記薄膜磁気ヘッドは、書き込み素子を含んでおり、

前記書き込み素子は、前記第1の磁性膜と、前記ポール部と、第2の磁性膜と、ギャップ膜と、前記第1のコイルと、前記第2のコイルとを含んでおり、

前記第1の磁性膜は、一面が平面であり、

前記ポール部は、第1のポール部と、第2のポール部とを含み、

前記第1のポール部は、媒体対向面側において、前記第1の磁性膜の前記一面上に突設され、縮小されたトラック幅を有しており、

前記第2のポール部は、前記第1のポール部と前記ギャップ膜を介して対向しており、

前記第2の磁性膜は、前記第2のポール部に連なり、前記媒体対向面を基準にして後方側のバックギャップ部により、前記第1の磁性膜と結合されており、

前記第1のコイル及び前記第2のコイルは、前記第1の磁性膜の前記一面上で、前記バックギャップ部の周りを、渦巻き状に周回し、一方が、他方のコイルターン間のスペースに、第2の絶縁膜を介して嵌め込まれ、同一方向の磁束を生じるように接続されており、

前記第 1 のコイル及び前記第 2 のコイルのいずれか一方は、前記ポール部及び前記バックギャップ部と、前記第 2 の絶縁膜を介して隣接し、隣接する側面が、断面形状で見て、下方で狭く、上方に向かうほど広くなるテーパ角を有しており、

前記第 1 のコイル及び前記第 2 のコイルは、上面が導体面による同一平面を構成しており、

前記磁気記録媒体は、前記薄膜磁気ヘッドと協働して磁気記録再生を行う。

1 3. 請求項 1 2 に記載された磁気記録再生装置であって、

前記第 1 のコイルは、その断面形状で見て、下方が広く、上方に向かうほど狭くなるテーパ角を有しており、

前記第 2 のコイルは、その断面形状で見て、下方が狭く、上方に向かうほど広くなるテーパ角を有し、最外のコイルターンが、前記ポール部及び前記バックギャップ部に隣接する。

1 4. 請求項 1 3 に記載された磁気記録再生装置であって、前記テーパ角は、前記第 1 の磁性膜の前記一面を基準にして、80 度以上 90 度未満である。

1 5. 請求項 3 に記載された磁気記録再生装置であって、

前記第 1 のコイルは、メッキ膜であり、前記第 1 の磁性膜の前記一面に付着された第 1 の絶縁膜の上に形成されており、

前記第 2 のコイルは、メッキ膜であり、前記スペース内において、前記第 2 の絶縁膜の上に形成されており、前記第 2 の絶縁膜は、前記スペースの底面及び両側面に形成されている。

1 6. 請求項 1 2 に記載された磁気記録再生装置であって、

更に、前記第 3 のコイルと、前記第 4 のコイルとを含み、

前記第 3 のコイル及び前記第 4 のコイルは、前記第 1 のコイル及び前記第 2 のコイルの上に、第 3 の絶縁膜を介して積膜され、前記第 3 の絶縁膜の面上で、前記バックギャップ部の周りを、渦巻き状に周回し、一方が、他方のコイルターン間のスペースに、第 4 の絶縁膜を介して嵌め込まれており、

前記第 3 のコイル及び前記第 4 のコイルのいずれか一方は、最外周コイルターンが前記ポール部と、前記第 4 の絶縁膜を介して隣接し、最内周コイルター

ンが前記バックギャップ部と、前記第４の絶縁膜を介して隣接している。

１７．請求項１６に記載された磁気記録再生装置であって、

前記第３のコイル及び前記第４のコイルのいずれか一方は、前記ポール部及び前記バックギャップ部と、前記第４の絶縁膜を介して隣接し、隣接する側面が、断面形状で見て、下方で狭く、上方に向かうほど広くなるテーパ角を有している。

１８．請求項１７に記載された磁気記録再生装置であって、

前記第３のコイルは、その断面形状で見て、下方が広く、上方に向かうほど狭くなるテーパ角を有しており、

前記第４のコイルは、その断面形状で見て、下方が狭く、上方に向かうほど広くなるテーパ角を有し、最外のコイルターンが、前記ポール部及び前記バックギャップ部に隣接する。

１９．請求項１８に記載された磁気記録再生装置であって、前記テーパ角は、前記第３の絶縁膜の前記一面を基準にして、８０度以上９０度未満である。

２０．請求項１９に記載された磁気記録再生装置であって、

前記第３のコイルは、メッキ膜であり、前記第３の絶縁膜の上に形成されており、

前記第４のコイルは、メッキ膜であり、前記スペース内において、第４の絶縁膜の上に形成されており、前記第４の絶縁膜は、前記スペースの底面及び両側面に形成されている。

２１．請求項１に記載された磁気記録再生装置であって、更に、読み取り素子を含んでおり、前記読み取り素子は、巨大磁気抵抗効果素子を含む。

２２．請求項２１に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記巨大磁気抵抗効果素子は、スピバルブ膜または強磁性トンネル接合の何れかを含む。

２３．書き込み素子を有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

第１の磁性膜の一面上に形成された第１の絶縁膜上に、第１のコイル、第１のポール片及び第１のバックギャップ片を形成し、これらは、断面形状で見て、下方で広く、上方に向かうほど狭くなるテーパ角を有するように形成し、

次に、前記第１のコイル、前記第１のポール片及び前記第１のバックギャッ

ブ片の表面、並びに、その周りに、その表面形状に添って第2の絶縁膜を付着させた後、前記第2の絶縁膜の上に第1のSeed膜を付着させ、

次に、前記第2のコイルの形成領域内において、前記第1のSeed膜の上に前記第1のポール片と前記第1のコイルの最外ターンとの間、前記第1のコイルのコイルターン間、および、前記第1のコイルの最内周ターンと前記第1のバックギャップ片との間のスペースを埋めるように、前記第2のコイルのためのメッキ膜を成長させ、

次に、前記メッキ膜を研磨して平坦化し、パターン化された第2のコイルを得るステップを含む。

24. 請求項23に記載された製造方法であって、

前記第2のコイルをパターン化するための平坦化処理を施した後、更に、その平坦化面上に、前記第3のコイル、第2のポール片及び第2のバックギャップ片を形成し、

次に、前記第3のコイル、前記第2のポール片及び前記第2のバックギャップ片の表面、並びに、その周りに、第3の絶縁膜を付着させ、

次に、前記第3の絶縁膜の上に第2のSeed膜を付着させ、

次に、前記第4のコイルの形成領域内において、前記第2のSeed膜の上に前記第2のポール片と前記第3のコイルの最外ターンとの間、前記第3のコイルのコイルターン間、および、前記第3のコイルの最内周ターンと前記第2のバックギャップ片との間のスペースを埋めるように、前記第4のコイルのためのメッキ膜を成長させ、

次に、前記メッキ膜を覆う絶縁膜を付着させた後、前記第4のコイルをパターン化するための平坦化処理を施すステップを含む。

25. 請求項24に記載された製造方法であって、

前記第3のコイル、前記第2のポール片及び前記第2のバックギャップ片は、断面形状で見て、下方で広く、上方に向かうほど狭くなるテーパ角を有するように形成する。

26. 請求項23に記載された製造方法であって、前記第1のコイルはCuメッキによって形成し、前記第2のコイルのためのメッキ膜はCuメッキによって形成する。

27. 請求項23に記載された製造方法であって、前記第1のSeed膜は、スパッタによって形成されたCu膜と、CVDによって形成されたCu膜とを含む。

28. 請求項23に記載された製造方法であって、前記第2のコイルは、スパッタによって形成されたCu膜と、CVDによって形成されたCu膜とを含む膜を、第2のSeed膜とし、その上にCuメッキを施すことによって形成する。

29. 請求項23に記載された製造方法であって、前記絶縁膜は、アトミックレイヤー法によって形成されたアルミナCVD膜である。

30. 請求項29に記載された製造方法であって、前記絶縁膜は、膜厚が50nm～150nmの範囲である。

31. 請求項23に記載された製造方法であって、前記テーパ角は、フォトリソグラフィ工程におけるフォーカス位置の選定によって決定する。

32. 請求項23に記載された製造方法であって、前記テーパ角は、イオン・ビーム・エッチングによって決定する。